GPS lerin Matematiği

Prof. Dr. Erhan Coşkun

Karadeniz Teknik Üniversitesi,
Fen Fakültesi,
Matematik Bölümü
E-posta:erhan@ktu.edu.tr
Uygulamalı Matematik Seminerleri: Güncel Hayatta Matematik

8 Kasım, 2018

Özet

- GPS ler

Özet

- GPS ler
- İki boyutta konum belirleme problemi

Özet

- GPS ler
- İki boyutta konum belirleme problemi
- Hatalı veriler

Özet

- GPS ler
- İki boyutta konum belirleme problemi
- Hatalı veriler
- Hata içermeyen veriler

Özet

- GPS ler
- İki boyutta konum belirleme problemi
- Hatalı veriler
- Hata içermeyen veriler
- $F(x)=0$ denklem(veya sistemi) için Newton Yöntemi

Özet

- GPS ler
- İki boyutta konum belirleme problemi
- Hatalı veriler
- Hata içermeyen veriler
- $F(x)=0$ denklem(veya sistemi) için Newton Yöntemi
- GPS tipli uygulamalar

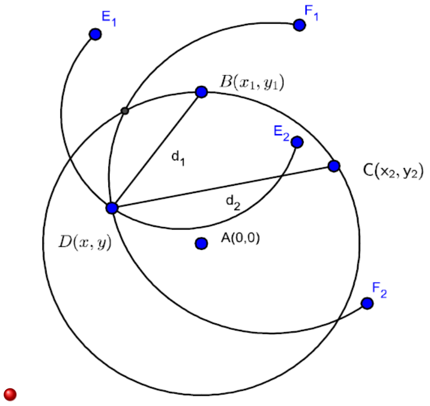
GPS ler

- Uydular(Askeri, Meteoroloji, Haberleşme, GPS)

- Uydular(Askeri, Meteoroloji, Haberleşme, GPS)
- GPS uyduları:Yeryüzünden 20-30km yükseklikte belirli yörüngelerde hareket ederek sinyal gönderirler.

GPS ler

- Uydular(Askeri, Meteoroloji, Haberleşme, GPS)
- GPS uyduları:Yeryüzünden 20-30km yükseklikte belirli yörüngelerde hareket ederek sinyal gönderirler.
- Gönderilen sinyal, sinyali gönderen uydunun konumu ve sinyalin gönderildiği zaman bilgisini içerir[1,2].



$$
\begin{aligned}
(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 &= d_1^2 \\
(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 &= d_2^2
\end{aligned}
$$

Örnek 1

Örnek 1

$O(0,0)$ olarak belirtilen bir şehrin 5 birim kuzeyine olan uzaklığımız $\sqrt{17}$ birim ve aynı şehrin 5 birim doğusuna olan uzaklığımız ise $\sqrt{37}$ birim olarak tahmin edilmiştir. $O(0,0)$ konumlu şehrin batısında olduğumuzu bildiğimize göre, bulunduğumuz $P(x,y)$ konumunu belirleyiniz.

Örnek 1

Örnek 1

$O(0,0)$ olarak belirtilen bir şehrin 5 birim kuzeyine olan uzaklığımız $\sqrt{17}$ birim ve aynı şehrin 5 birim doğusuna olan uzaklığımız ise $\sqrt{37}$ birim olarak tahmin edilmiştir. $O(0,0)$ konumlu şehrin batısında olduğumuzu bildiğimize göre, bulunduğumuz $P(x,y)$ konumunu belirleyiniz.

- $O(0,0)$ ın 5 kilometre kuzeyinin koordinatları olan $A(0,5)$ noktası ile $P(x,y)$ noktası arasındaki uzaklıktan

$$(x-0)^2+(y-5)^2=17$$

elde ederiz.

Örnek 1

$O(0,0)$ olarak belirtilen bir şehrin 5 birim kuzeyine olan uzaklığımız $\sqrt{17}$ birim ve aynı şehrin 5 birim doğusuna olan uzaklığımız ise $\sqrt{37}$ birim olarak tahmin edilmiştir. $O(0,0)$ konumlu şehrin batısında olduğumuzu bildiğimize göre, bulunduğumuz $P(x,y)$ konumunu belirleyiniz.

- $O(0,0)$ ın 5 kilometre kuzeyinin koordinatları olan $A(0,5)$ noktası ile $P(x,y)$ noktası arasındaki uzaklıktan

$$(x-0)^2+(y-5)^2=17$$

elde ederiz.

- $O(0,0)$ ın 5 kilometre doğusunun koordinatları olan $B(5,0)$ noktası ile $P(x,y)$ noktası arasındaki uzaklıktan

$$(x-5)^2+y^2=37$$

Örnek 1

$O(0,0)$ olarak belirtilen bir şehrin 5 birim kuzeyine olan uzaklığımız $\sqrt{17}$ birim ve aynı şehrin 5 birim doğusuna olan uzaklığımız ise $\sqrt{37}$ birim olarak tahmin edilmiştir. $O(0,0)$ konumlu şehrin batısında olduğumuzu bildiğimize göre, bulunduğumuz $P(x,y)$ konumunu belirleyiniz.

- $O(0,0)$ ın 5 kilometre kuzeyinin koordinatları olan $A(0,5)$ noktası ile $P(x,y)$ noktası arasındaki uzaklıktan

$$(x-0)^2+(y-5)^2=17$$

  elde ederiz.
- $O(0,0)$ ın 5 kilometre doğusunun koordinatları olan $B(5,0)$ noktası ile $P(x,y)$ noktası arasındaki uzaklıktan

$$(x-5)^2+y^2=37$$

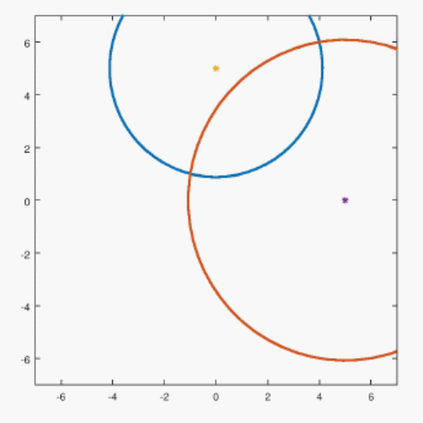
- P(x,y) konumumuz bu iki çemberin arakesiti üzerinde olmalıdır

Örnek 1

- İlgili sistemi çözerek, $P(4,6), P(-1,1)$ olarak belirlenen iki muhtemel konumumuz olabileceğini görürüz.

Örnek 1

- İlgili sistemi çözerek, $P(4,6), P(-1,1)$ olarak belirlenen iki muhtemel konumumuz olabileceğini görürüz.
- Ancak $O(0,0)$ konumlu şehrin batısında olduğumuzu bildiğimize göre, konumumuz $P(-1,1)$ olmalıdır.



Örnek 2

Örnek 2

A(1,1,1) konumuna olan uzaklığımız $\sqrt{2}$ *birim; B(1,-1,1) konumuna olan uzaklığınız* $\sqrt{2}$ *birim ve C(-1,1,1) konumuna olan uzaklığınız* $\sqrt{10}$ *birim ise P(x,y,z) konumunuzu belirleyiniz.*

Örnek 2

Örnek 2

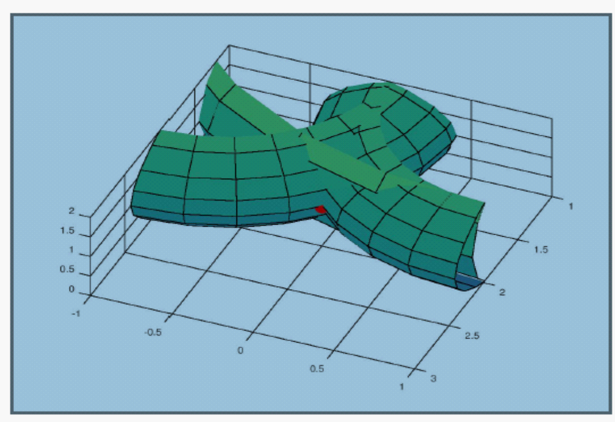
A(1,1,1) konumuna olan uzaklığımız $\sqrt{2}$ *birim; B(1,-1,1) konumuna olan uzaklığınız* $\sqrt{2}$ *birim ve C(-1,1,1) konumuna olan uzaklığınız* $\sqrt{10}$ *birim ise P(x,y,z) konumunuzu belirleyiniz.*

- $P(x,y,z)$ konumumuzun sırasıyla A, B ve C noktasına olan uzaklıklarını

$$
\begin{aligned}
(x-1)^2+(y-1)^2+(z-1)^2 &= 2 \quad (1)\\
(x-1)^2+(y+1)^2+(z-1)^2 &= 2 \quad (2)\\
(x+1)^2+(y-1)^2+(z-1)^2 &= 10 \quad (3)
\end{aligned}
$$

sistemini çözerek P$(2,0,1)$ olarak elde ederiz.

Örnek 2



Örnek 3(hatalı veri)

Örnek 3

Yukarıda verilen örnek 1 deki konumumuzu doğrulamak için O(0,0) konumlu şehrin 5 birim güneyinden gönderilen sinyal ile bu noktaya olan uzaklığımız 6 birim olarak belirlenmiş olsun. Bu durumda yukarıda belirlediğiniz konum doğru mudur? Değilse gerçek konumumuz nedir?

- $O(0,0)$ ın 5 birim güneyinin koordinatları olan $C(0,-5)$ noktası ile $P(x,y)$ noktası arasındaki uzaklıktan

$$x^2 + (y+5)^2 = 36$$

elde ederiz. Örnek 1 ile tahmin edilen $P(-1,1)$ konumu bu denklemi sağlamamaktadır, çünkü

$$(-1)^2 + 6^2 = 37 \neq 36$$

dır.

Örnek 3(Hatalı veri)

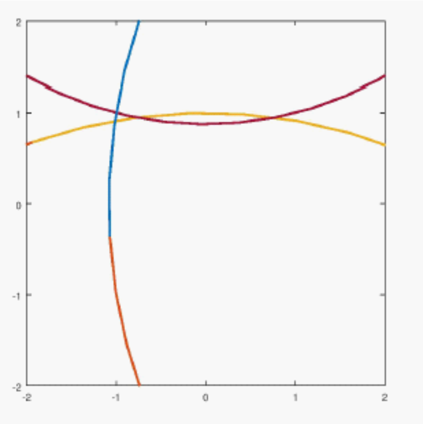
- Grafiksel olarak ta

$$\begin{aligned}(x-0)^2+(y-5)^2 &= 17\\ (x-5)^2+y^2 &= 37\\ x^2+(y+5)^2 &= 36\end{aligned}$$

çemberlerinin ortak bir arakesit noktasına sahip olmadığını görebiliriz:

Örnek 3(Hatalı Veri)

- Çözüm yok!



Sorun nerede?

- Bu durumda c sinyal yayılma hızı ve dt ise GPS uydusu ile GPS cihazı arasındaki küçük te olsa saat senkronizasyon farkı(pozitif veya negatif) olmak üzere

$$d_s = cdt$$

değerine eşit "**senkronizasyon kaynaklı mesafe hesaplama hatası"** mevcut olmalıdır. O halde $P(x, y)$ konumunuz

$$\sqrt{x^2 + (y-5)^2} + d_s = \sqrt{17} \quad (4)$$

$$\sqrt{(x-5)^2 + y^2} + d_s = \sqrt{37} \quad (5)$$

$$\sqrt{x^2 + (y+5)^2} + d_s = 6 \quad (6)$$

sisteminin çözümüdür.

Problem

- Bu sistem aşağıdaki gibi de düzenlenebilir:

$$x^2 + (y-5)^2 - (d_s - \sqrt{17})^2 = 0 \tag{7}$$
$$(x-5)^2 + y^2 - (d_s - \sqrt{37})^2 = 0 \tag{8}$$
$$x^2 + (y+5)^2 - (d_s - 6)^2 = 0 \tag{9}$$

(7)-(9) sistemi nonlineer cebirsel sistemdir. Sistem analitik olarak çözülebilir, ancak analitik çözüm çok sayıda köklü terimler içerir.

- $$f(x) = 0$$

  denkleminin $x = p$ çözümünü belirlemek amacıyla geliştirilen Newton yöntemini hatırlayalım[3]:
  x_0 başlangıç noktası p ye yeterince yakın seçilmek üzere

  $$\begin{aligned} f'(x_n)\Delta x &= -f(x_n) \\ x_{n+1} &= x_n + \Delta x \end{aligned}$$

  ile tanımlanan $\{x_n\}$ dizisi için

  $$\lim_{n\to\infty} x_n = p$$

  dir.

- Şimdi de Nonlineer sistemler için Newton yöntemini hatırlayalım: Bu amaçla

$$\begin{aligned} f(x,y,z) &= 0 \\ g(x,y,z) &= 0 \\ h(x,y,z) &= 0 \end{aligned} \tag{10}$$

sistemini gözönüne alalım. Sisteme ait Jacobien matrisi

$$J(x,y,z) = \begin{bmatrix} \partial f/\partial x & \partial f/\partial y & \partial f/\partial z \\ \partial g/\partial x & \partial g/\partial y & \partial g/\partial z \\ \partial h/\partial x & \partial h/\partial y & \partial h/\partial z \end{bmatrix}$$

olarak tanımlanmaktadır. $X = [x \ y \ z]^T, F = [f, g, h]^T$ olmak üzere (10) sistemi

$$F(X) = 0 \tag{11}$$

biçiminde ifade edilebilir.

Sayısal Analiz(Yöntem)

- Bu durumda uygun bir $X^{(0)}$ ile Newton yöntemi

$$\begin{aligned} J(X^{(n)})\Delta X &= -F(X^{(n)}) \\ X^{(n+1)} &= X^{(n)} + \Delta X, n = 0, 1, \ldots \end{aligned} \tag{12}$$

  olarak ifade edilir.

Sayısal Analiz(Algoritma)

- Girdi: a,b,c uydu verilerini alınız(koordinat ve tahmini mesafe)

Sayısal Analiz(Algoritma)

- Girdi: a,b,c uydu verilerini alınız(koordinat ve tahmini mesafe)
- Girdi:x0: Tahmini konum ve tahmini mesafe hatasını alınız.

Sayısal Analiz(Algoritma)

- Girdi: a,b,c uydu verilerini alınız(koordinat ve tahmini mesafe)
- Girdi:x0: Tahmini konum ve tahmini mesafe hatasını alınız.
- F: Cozulmesi gereken sistemi tanımlayınız

Sayısal Analiz(Algoritma)

- Girdi: a,b,c uydu verilerini alınız(koordinat ve tahmini mesafe)
- Girdi:x0: Tahmini konum ve tahmini mesafe hatasını alınız.
- F: Cozulmesi gereken sistemi tanımlayınız
- J:Sistemin Jakobiyenini tanımlanıyınız.

Sayısal Analiz(Algoritma)

- Girdi: a,b,c uydu verilerini alınız(koordinat ve tahmini mesafe)
- Girdi:x0: Tahmini konum ve tahmini mesafe hatasını alınız.
- F: Cozulmesi gereken sistemi tanımlayınız
- J:Sistemin Jakobiyenini tanımlanıyınız.
- Newton programını cağırarak konumunuzu belirleyiniz: konum=newton(F,J,x0')

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)
- %a=(a1 a2,a3); Birinci uydu konum(a1,a2) ve uyduya olan uzaklık (a3)

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)
- %a=(a1 a2,a3); Birinci uydu konum(a1,a2) ve uyduya olan uzaklık (a3)
- %b=(b1,b2,b3); İkinci uydu konum(b1,b2) ve uyduya olan uzaklık (b3)

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)
- %a=(a1 a2,a3); Birinci uydu konum(a1,a2) ve uyduya olan uzaklık (a3)
- %b=(b1,b2,b3); İkinci uydu konum(b1,b2) ve uyduya olan uzaklık (b3)
- %c=(c1,c2,c3);Üçüncü uydu konum(c1,c2) ve uyduya olan uzaklık (c3)

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)
- %a=(a1 a2,a3); Birinci uydu konum(a1,a2) ve uyduya olan uzaklık (a3)
- %b=(b1,b2,b3); İkinci uydu konum(b1,b2) ve uyduya olan uzaklık (b3)
- %c=(c1,c2,c3);Üçüncü uydu konum(c1,c2) ve uyduya olan uzaklık (c3)
- %x0=[-1 0.4 0.1]';% tahmini konum ve senkronizasyon hatası

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)
- %a=(a1 a2,a3); Birinci uydu konum(a1,a2) ve uyduya olan uzaklık (a3)
- %b=(b1,b2,b3); İkinci uydu konum(b1,b2) ve uyduya olan uzaklık (b3)
- %c=(c1,c2,c3);Üçüncü uydu konum(c1,c2) ve uyduya olan uzaklık (c3)
- %x0=[-1 0.4 0.1]';% tahmini konum ve senkronizasyon hatası
- F=@(x) [(x(1)-a(1))^2+(x(2)-a(2))^2-(x(3)-a(3))^2; (x(1)-b(1))^2+(x(2)-b(2))^2-(x(3)-b(3))^2; (x(1)-c(1))^2+(x(2)-c(2))^2-(x(3)-c(3))^2];

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)
- %a=(a1 a2,a3); Birinci uydu konum(a1,a2) ve uyduya olan uzaklık (a3)
- %b=(b1,b2,b3); İkinci uydu konum(b1,b2) ve uyduya olan uzaklık (b3)
- %c=(c1,c2,c3);Üçüncü uydu konum(c1,c2) ve uyduya olan uzaklık (c3)
- %x0=[-1 0.4 0.1]';% tahmini konum ve senkronizasyon hatası
- F=@(x) [(x(1)-a(1))^2+(x(2)-a(2))^2-(x(3)-a(3))^2; (x(1)-b(1))^2+(x(2)-b(2))^2-(x(3)-b(3))^2; (x(1)-c(1))^2+(x(2)-c(2))^2-(x(3)-c(3))^2];
- J=@(x) 2*[x(1)-a(1) x(2)-a(2) -x(3)+a(3) ; x(1)-b(1) x(2)-b(2) -x(3)+b(3) ; x(1)-c(1) x(2)-c(2) -x(3)+c(3)];

Sayısal Analiz(kod)

- function X1=konumikiboyut(a,b,c,x0)
- %a=(a1 a2,a3); Birinci uydu konum(a1,a2) ve uyduya olan uzaklık (a3)
- %b=(b1,b2,b3); İkinci uydu konum(b1,b2) ve uyduya olan uzaklık (b3)
- %c=(c1,c2,c3);Üçüncü uydu konum(c1,c2) ve uyduya olan uzaklık (c3)
- %x0=[-1 0.4 0.1]';% tahmini konum ve senkronizasyon hatası
- F=@(x) [(x(1)-a(1))^2+(x(2)-a(2))^2-(x(3)-a(3))^2;
  (x(1)-b(1))^2+(x(2)-b(2))^2-(x(3)-b(3))^2;
  (x(1)-c(1))^2+(x(2)-c(2))^2-(x(3)-c(3))^2];
- J=@(x) 2*[x(1)-a(1) x(2)-a(2) -x(3)+a(3) ;
  x(1)-b(1) x(2)-b(2) -x(3)+b(3) ;
  x(1)-c(1) x(2)-c(2) -x(3)+c(3)];
- konum=newton(F,J,x0');

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);
- test=(fark>min_tol)&(x1norm<max_tol);

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);
- test=(fark>min_tol)&(x1norm<max_tol);
- x0=x1

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);
- test=(fark>min_tol)&(x1norm<max_tol);
- x0=x1
- if (sayac==max_sayac)|| (x1norm>=max_tol)

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);
- test=(fark>min_tol)&(x1norm<max_tol);
- x0=x1
- if (sayac==max_sayac)|| (x1norm>=max_tol)
-     disp('iterasyon iraksaktir');

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);
- test=(fark>min_tol)&(x1norm<max_tol);
- x0=x1
- if (sayac==max_sayac)|| (x1norm>=max_tol)
-     disp('iterasyon iraksaktir');
-     x1=[];

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);
- test=(fark>min_tol)&(x1norm<max_tol);
- x0=x1
- if (sayac==max_sayac)|| (x1norm>=max_tol)
-     disp('iterasyon iraksaktir');
-     x1=[];
- end

Sayısal Analiz(kod)

- % Nonlineer sistemler için Newton , f verilen sistem fp ise jacobiyen matrisidir.
- function x1=newton(f,fp,x0)
- min_tol=1e-5;max_tol=1e5;test=1;sayac=0;max_sayac=50;
- while test
- sayac=sayac+1;
- dx=-fp(x0)\textbackslash f(x0);
- x1=x0+dx;
- fark=norm(x1-x0,inf);
- x1norm=norm(x1,inf);
- test=(fark>min_tol)&(x1norm<max_tol);
- x0=x1
- if (sayac==max_sayac)|| (x1norm>=max_tol)
-     disp('iterasyon iraksaktir');
-     x1=[];
- end
- end

- (7)-(9) sistemini yukarıda özetlenen Newton yöntemi ve Program ile çözerek aşağıdaki sonuçları elde ederiz.
  $>>$ a=[0 5 sqrt(17)];b=[5 0 sqrt(37)];c=[0 -5 6];x0=[1 1 0.5];
  $>>$ konumikiboyut(a,b,c,x0)
  komutu ile

Sayısal Analiz(test)

- (7)-(9) sistemini yukarıda özetlenen Newton yöntemi ve Program ile çözerek aşağıdaki sonuçları elde ederiz.
  >> a=[0 5 sqrt(17)];b=[5 0 sqrt(37)];c=[0 -5 6];x0=[1 1 0.5];
  >> konumikiboyut(a,b,c,x0)
  komutu ile
- ans = -1.060987 0.960097 -0.053796 elde ederiz. O halde arana konum

$$x = -1.0610, y = 0.9601$$

- (7)-(9) sistemini yukarıda özetlenen Newton yöntemi ve Program ile çözerek aşağıdaki sonuçları elde ederiz.
  `>> a=[0 5 sqrt(17)];b=[5 0 sqrt(37)];c=[0 -5 6];x0=[1 1 0.5];`
  `>> konumikiboyut(a,b,c,x0)`
  komutu ile
- ans = -1.060987   0.960097   -0.053796   elde ederiz. O halde arana konum

$$x = -1.0610, y = 0.9601$$

- ve senkronizasyon kaynaklı mesafe hesaplama hatası ise $d_s = -0.0538$ dir.

- (7)-(9) sistemini yukarıda özetlenen Newton yöntemi ve Program ile çözerek aşağıdaki sonuçları elde ederiz.
  >> a=[0 5 sqrt(17)];b=[5 0 sqrt(37)];c=[0 -5 6];x0=[1 1 0.5];
  >> konumikiboyut(a,b,c,x0)
  komutu ile
- ans = -1.060987 0.960097 -0.053796 elde ederiz. O halde arana konum

$$x = -1.0610, y = 0.9601$$

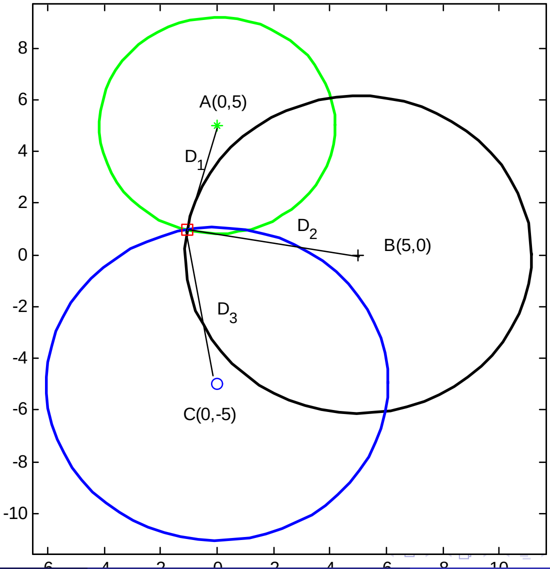
- ve senkronizasyon kaynaklı mesafe hesaplama hatası ise $d_s = -0.0538$ dir.
- Ölçülen mesafeler: $d_1 = 4.1231, d_2 = 6.0828, d_3 = 6$

- (7)-(9) sistemini yukarıda özetlenen Newton yöntemi ve Program ile çözerek aşağıdaki sonuçları elde ederiz.
  $>>$ a=[0 5 sqrt(17)];b=[5 0 sqrt(37)];c=[0 -5 6];x0=[1 1 0.5];
  $>>$ konumikiboyut(a,b,c,x0)
  komutu ile
- ans = -1.060987 0.960097 -0.053796 elde ederiz. O halde arana konum

$$x = -1.0610, y = 0.9601$$

- ve senkronizasyon kaynaklı mesafe hesaplama hatası ise $d_s = -0.0538$ dir.
- Ölçülen mesafeler: $d_1 = 4.1231, d_2 = 6.0828, d_3 = 6$
- Hesaplanan koordinata göre belirlenen gerçek mesafeler: $D_1 = 4.1769, D_2 = 6.1366, D_3 = 6.0538$

Sayısal Analiz(test)



- Teşekkürler!

Kaynaklar

- Thompson, R. B., Global Positioning Systemm: The mathematics of GPS receivers, Mathematics magazine, Vol. 71/4, 1998.

Kaynaklar

- Thompson, R. B., Global Positioning Systemm: The mathematics of GPS receivers, Mathematics magazine, Vol. 71/4, 1998.
- Strang, G., Borre, K., Linear Algebra, Geodesy, and GPS, Wellesley Cambridge, 1997.

Kaynaklar

- Thompson, R. B., Global Positioning Systemm: The mathematics of GPS receivers, Mathematics magazine, Vol. 71/4, 1998.
- Strang, G., Borre, K., Linear Algebra, Geodesy, and GPS, Wellesley Cambridge, 1997.
- Coşkun, E., Endüstriyel Matematik(ders notu)

Kaynaklar

- Thompson, R. B., Global Positioning Systemm: The mathematics of GPS receivers, Mathematics magazine, Vol. 71/4, 1998.
- Strang, G., Borre, K., Linear Algebra, Geodesy, and GPS, Wellesley Cambridge, 1997.
- Coşkun, E., Endüstriyel Matematik(ders notu)
- Coşkun, E., Octave Uygulamalı Sayısal Analiz(ders notu)